

食品系廃棄物処理と減量に向けた取り組みの 現状及び将来性についての研究

——圃場における廃棄野菜をシート加工して有効利用する試み——

田 村 有 香

〔抄 録〕

この論文は、流通にのらない廃棄野菜をシート状に加工することで新しい用途を探り、将来的には食品系廃棄物の減量を目指す目的で作成するものである。

食品廃棄物の大量発生は、国際的にも非難的となり得る重大な問題であり、根本的で継続的な対策が望まれている。本稿では特に、未利用の野菜資源に着目した。野菜は、流通規格の問題、相場の問題、品質の問題、食文化の変化などの理由で生産量の約6割程度しか出荷できず、残りは圃場で廃棄されているが、正確な量は統計にも表れない。その未利用野菜の有効利用に向けて、シート加工の可能性を検証した。

気象条件や作物の状態、小売店との関係等によって、性状や発生量、品質、種類などが一定にならないことを考慮すると、野菜の種類や状態に左右されずに加工できる野菜シートの応用可能性は大きいと考えられる。今後は食品としても洗練されたデザインを導入したり、栄養素などの機能性を高めたりすることで付加価値を高め、新たな需要を掘り起こすなどのさらなる取り組みが必要である。

キーワード 廃棄野菜、シート加工、紙漉、未利用資源、食品廃棄物

1. はじめに

この論文は、流通ルートにのらずに圃場で廃棄されている野菜をシート状に加工し、食用という用途を中心に据えながらも幅広い用途について検討し、将来的には食品系廃棄物の減量を目指す目的で作成するものである。

2008年4月、京都精華大学人文学部の教員である筆者のゼミに所属する学生が、不要品で紙を作るという卒論のアイデアを持ち込んできたのが、この研究のきっかけとなった。筆者

は十数年前、産直運動に関する調査において、圃場で大量の玉ねぎが出荷されずに廃棄されている現状を目の当たりにしている。相談の結果、その玉ねぎを利用して紙を作ることになった。そこで、京都工芸繊維大学の木村照夫教授に紙漉方法に関するアドバイスを受け、野菜に詳しい河野武平氏⁽¹⁾に野菜紙に関する情報提供を受け、学生は無事、玉ねぎと竹の間伐材で紙を作成して卒業していった。その過程で廃棄物の有効利用に関する興味深いテーマが様々提示されたため、筆者自身その後、京都商工会議所の助成金を得て研究を進めることにした。

筆者はこれまで 20 年近く、世の中の廃棄物を減らしたいと願い、様々な調査や取り組みを行ってきた。大量にエネルギーを使えば、世の中にあるほとんど全てのものはリサイクルが可能である。また、ごく少量だけリサイクルすればよいならば、用途は山ほどある。しかしそのどちらでも、廃棄物問題の解決に大きく寄与しないことは、これまでの活動で身にしまっている。

そこで、有効かつ大量に利用できる用途を開発するために野菜をシート化し、野菜 100% である強みを活かして、まずは食べることを考えた。また野菜シートを作成する途中で、その形状の美しさにも魅了された。食用にこだわらず、平面や立体の造形に使うことができれば、用途の可能性がもっと広がるはずだ、という気付きもあった。

この論文には、着想から 5 年分の試行錯誤の結果とそこから読み取れる考察、さらに食品系廃棄物減量に向けた将来展望などを詰め込んだ。廃棄野菜シート加工の試みは、世の中のごみを減らしたいと考えてきた筆者にとってまさに、長年の夢をかなえるためのプロジェクトであった。廃棄物減量は筆者のライフワークである。今後もこの活動を継続していきたい。

2. 研究の目的と背景

ごみは社会を映す鏡である。例えば京都市のごみ排出量のデータ⁽²⁾によれば、1900 年（明治 33 年）から 1955 年（昭和 30 年）頃までは、1 人 1 日あたり 100 グラムから 120 グラム程度で推移していたものが、高度経済成長期に一気に増加した。石油ショックで排出量が一時的に減るが、その後のバブル経済でまた増え、2001 年（平成 13 年）まで 1,400 g/人・日を超える排出量で推移する。そして、その後の景気後退で排出量は減少している。このようにごみ排出量は社会の動きと連動する。

つまり、廃棄物を根本的に減量し、あるいは有効利用するためには、社会のつくりから根本的に見直す必要がある。

今回の研究は、主には圃場で廃棄されている未利用の野菜資源について、できることなら人間が食べることでできる方法を模索し、食品系の未利用資源を減量することを第一の目的としている。ただし、有効に利用できるのであれば、必ずしも食べることにこだわらない方がよいことも研究を進める上で明らかになってきた。そこで、未利用野菜について、食に限らない有

効利用の可能性についても言及する。

3. 食品系廃棄物の現状

3.1 日本における食品系廃棄物の排出実態

2008年度の1年間において、日本国内で発生した食品系廃棄物の総量は、環境省の統計によれば1,851万トンであり、そのうち一般廃棄物が1,532万トン、産業廃棄物が319万トンである⁽³⁾。生産あるいは製造段階で発生するものは産業廃棄物、流通段階（食品流通業、食品卸売・小売業）や外食産業で発生するものは事業系一般廃棄物、家庭で発生する調理くずなどは家庭系一般廃棄物と分類される⁽⁴⁾。

この1,851万トンの食品系廃棄物のうち、再生利用されているのは455万トンであり、再生利用率は24.6%にとどまっている。再生利用されているのは事業系・家庭系をあわせた一般廃棄物から158万トン（食品系一般廃棄物発生量の10.3%）、産業廃棄物から297万トン（食品系産業廃棄物発生量の93.1%）⁽⁵⁾である。産業廃棄物がリサイクルされやすい理由としては、同じ種類の廃棄が大量に同じ場所から発生することが挙げられる。一般廃棄物については、多種類の品目が少量ずつ分散して発生する特徴があるため、リサイクルの機会や手段がかなり制限される。

ただし、食品廃棄物発生量の統計値は複数存在する。前述した環境省の推定値はすべての一般廃棄物、産業廃棄物の実態調査の中から食品廃棄物をやや粗く推定したものである⁽⁶⁾。同じ2008年度の1年間で、農林水産省の推計によれば、食品産業からの食品廃棄物等年間総発生量は2,315万トンである。この数値は食品リサイクル法による定期報告結果に加え、それで把握できない部分を「食品循環資源の再生利用等実態調査結果」により補完する方法で求めた推計値である⁽⁷⁾ため、環境省の統計とは情報源と計算方法が異なる。業種としては食品製造業からの発生が1,861万トンと最も多く、総発生量の80.4%を占める⁽⁸⁾。この推計値には家庭系の発生量が入っていないにもかかわらず、食品廃棄物の年間発生量は環境省のデータより500万トンも多い数値となっている。このようなデータの乖離は、食品廃棄物の排出についての実態把握が非常に困難であることを示している。いずれにしても概算で、年間ほぼ2,000万トン前後の食品廃棄物が日本国内で発生しているという目安である。

これだけでも膨大な量であるが、さらに問題なのは、これらの統計に加算されていない食品系廃棄物が存在することである。それは、圃場で規格にあわない、あるいは経済的に出荷が見合わないなどの理由で出荷されずに残される生産物、あるいは出荷の際に落とされる部位などである。この量も入れると、食品系廃棄物の排出総量はさらに増大する。農林水産省が把握しているデータによれば、未利用バイオマス賦存量として、農作物の非食用部が年間約1,400万トン（そのうち堆肥や飼料、家畜敷料等へ利用されているのは約30%）存在する⁽⁹⁾。ただし、

この数値には非可食部分も含まれており、かつ生産者が可食部分の廃棄量を正確に把握する必要性がないため、圃場における食品系廃棄物の総発生量は不明である。この問題については、後の5章で詳述する。

3.2 食料の大量輸入国でありながら大量廃棄している矛盾

日本の食料自給率はカロリーベースにして39%（2010年度）である。1965年には73%であったが、1990年度には48%、2000年度には40%に減り、その後はほぼ横ばいで推移している。品目ごとの食料自給率（重量ベース）で野菜について見ると、1965年度には野菜の自給率は100%であったが、1980年度には97%、2010年度には81%と、徐々に自給率を下げている。外国産野菜の輸入量も、1990年には155万トンであったものが、2000年には312万トンと、わずか10年で2倍近い伸びを示している⁽¹⁰⁾。2002年には中国産野菜の残留農薬問題が大きく取り上げられ、特に輸入中国野菜への不信任から一時輸入量が落ちるが、その後はまた伸び続けている⁽¹¹⁾。

一方、日本の食料品輸入量は2008年度で約5,400万トン⁽¹²⁾である。これだけの食料を諸外国に頼りながら、輸入総量の3割から4割にものぼる大量の食品を廃棄していることになる。

国連食糧農業機関（FAO）は、世界人口の8人に1人（約12.5%）に当たる約8億6800万人が、慢性的な栄養失調状態にあると発表している⁽¹³⁾。これからますます食料事情が逼迫していくであろう予測からも、食品廃棄物の大量排出は大きな問題であると考えられる。

3.3 日本の廃棄物排出実態と食品系廃棄物減量の必要性

日本国内の2010年の廃棄物総発生量は約4億3,500万トンであり、そのうち一般廃棄物が約4,536万トン、産業廃棄物が約3億8,975万トンである⁽¹⁴⁾。このような廃棄物の大量発生が社会問題化し、加えて最終処分場の逼迫による現行処分場延命化の要求、焼却処理場からのダイオキシン発生など様々な背景から、廃棄物の減量化やリサイクルが強く求められるようになっている。

食品系廃棄物は一般廃棄物の約4割（重量比）を占める⁽¹⁵⁾。容積比では容器包装材が約6割を占めるが、重量比では食品系の廃棄物が最も多く、ごみ減量に取り組む上では特に効果が高い品目であるといえる。

さらに、食品系廃棄物は水分含有量が多いために燃えにくい。今後さらにリサイクル施策が進み「その他プラスチック製容器包装」や紙類などが完全にリサイクルルートに乗れば、廃棄物総量に占める食品系廃棄物の割合が高くなり、一般廃棄物が自然しなくなる可能性も指摘できる。このことは、「焼却助燃剤のコスト」「ダイオキシン対策費」がこれまで以上に必要となることを示す⁽¹⁶⁾。すなわち、様々なリサイクル施策と同時に、食品系廃棄物のリサイクルあ

るいは減量施策を行う必要性が高いことがここからも明らかである。

4. 食品系廃棄物減量に向けた取り組みの現状と課題

4.1 食品リサイクル法成立の背景とその効果の検証

「食品循環資源の再生利用の促進に関する法律」、すなわち「食品リサイクル法」は、2001年に施行された。廃棄物の処理および清掃に関する法律に関連した個別リサイクル法のうちの一つである。

「食品循環資源」とは、肥料・飼料・エネルギー、新素材などに有効活用すべき食品廃棄物のことである。食品製造業、食品流通業、外食業などの食品関連事業者は、発生量の20%以上を5年間(2006年目標)で再資源化しなければならないとされ、年間発生量が100トンを超過する事業所は再資源化の罰則の対象とされた。この法律によって有機性残渣の有効利用が進むことが期待されたが、2005年時点で再生利用等実施率20%を達成している事業者の割合は、食品産業全体で20%にも満たなかった⁽¹⁷⁾。

その後2007年に食品リサイクル法が改正された。そのポイントは、再生利用等の取り組みが進んでいない食品小売業や外食産業といった食品供給の川下に位置する業種・事業者に対する指導監督の強化と取り組みの円滑化措置にあった⁽¹⁸⁾。しかしながら、地方自治体が行う廃棄物処理がリサイクルに比して低価格で行われているなどの事情から、食品リサイクルは容易に進まないというのが実情である⁽¹⁹⁾。

4.2 食品系廃棄物の減量に向けた取り組みの実例と課題

食品系廃棄物のリサイクルとしては、大きく分けると、(1)肥料化、(2)飼料化、(3)燃料化、がその主なものであろう。

肥料化については1990年代後半から各地で取り組まれ始めたが、その中でも山形県長井市のレインボープランは、先駆的な事例として広く知られている。生ごみの再資源化と生産堆肥を利用した有機農業を中核とする地域コミュニティの活性化を目指したものであり、1997年より取り組まれている⁽²⁰⁾。その他の地域でも類似の取り組みが数多く見られたが、生ごみは輸送しにくい、生ごみの性状が一定でないため堆肥の品質が安定しない、堆肥の品質に不安があるため堆肥を生産しても消費されない、など、問題が多いこともまたよく知られている。

飼料化についてであるが、食品残渣は水分含量が高いことから雑菌が増殖しやすく、感染症を起こす病原体混入のリスクがある。従って、排出、収集、処理調整までの安全対策が強く求められると同時に、その過程を素早くこなさなければならない。さらに、スーパーやコンビニエンスストアなどの売れ残り、外食産業、ホテルなどの食べ残しには、爪楊枝やたばこ、ビニール、プラスチック容器などの異物や不純物が混入する可能性が非常に高く、分別の徹底が難

しいのであれば飼料への利用ができないなどの問題もある⁽²¹⁾。

食品廃棄物などのバイオマスは、嫌気性発酵をすればメタンを抽出することができ、燃料に活用できる。地球温暖化を背景とした法整備、施策が、バイオマスエネルギーの利用を促した結果、メタン発酵の導入を検討する自治体や事業者が増加した。京都市にも「バイオガス化技術実証研究プラント」が1999年に設置されている⁽²²⁾。その他にも富山市エコタウン事業で、食品廃棄物と剪定枝からのメタン発酵プラントが設置されている⁽²³⁾。しかし、メタン発酵実施においては、収支が大幅にマイナスになっているという大きな課題に直面している。プラントコストに加え、都市部での土地取得コスト、周辺住民の理解を得るための社会コストなど初期投資負担が大きいのである。また、高度な排水処理が必要であり、その費用負担も大きい。さらに、100%がバイオガスに変換できるわけではないので、固形物の処理として一般的には堆肥化処理がされるが、そこで仕上がった堆肥の流通が難しいという問題点も指摘されている⁽²⁴⁾。

5. 圃場での廃棄野菜の現状と廃棄理由の考察

前章までで述べたように、食品系の廃棄物に関してはその減量への取り組みも、有効利用に向けた対策も、充分ではない状況にある。それに加え、圃場で出荷されずに廃棄される野菜は、統計にすらその正確な数値は上がっていない。全国各地の生産地を回って農業の技術指導をしてきた河野氏によれば、生産地から出荷されるのは、標準的には生産量の6割程度であり、ものや季節によっては5割程度が出荷されずに残る場合もあるという。これに対して、生産者が「出荷できない野菜があるのは当然である」と考えていること、そしてその量的な把握や有効利用のための根本的な施策を講じていないことは、さらに問題であると考えられる。

もちろん、生産技術の改良や薬品使用によって、規格にできるだけ近い野菜を狙って作るとは試みられており、それは根本的にロスの減量につながる。生産者は誰しも当然の営みとして、ロスを最低限におさえる努力をしているはずである。しかしそれをしてもなお、生産量の4割に近い廃棄が出るという現状がある。

本章では、実際の生産地での調査をもとに、出荷されずに廃棄される野菜の現状を詳述し、廃棄理由の考察を行う。

5.1 圃場で廃棄される野菜（1） — 流通規格の問題

出荷できない野菜が出る大きな理由の一つが、出荷規格である。この規格が、必ずしも味や品質とは関係ないところで決まっている、という事実に対して、多くの生産者から「システム上仕方がないとはわかりつつ腑に落ちない」という声を聞いた⁽²⁵⁾。そこからは、農産物を商品として扱うことの難しさがうかがえる。

大阪府岸和田市阿間河滝町の玉ねぎ生産者たち7名で構成されていた「泉州グループ」は、筆者が調査に入った1990年代、玉ねぎを全て、大阪の生協に出荷していた。一般市場と比較して規格は厳格ではなかった⁽²⁶⁾が、それでも毎年、家が1軒入るほどの大きな穴を掘り、7人のグループでの規格外品が大量に廃棄されていた。規格より小さな玉ねぎは生協のイベントなどでまとめて安く販売するルートが別にあった。しかし500gを超える大玉については、1つの家庭で1度に消費するのが難しいため引き取り手がなく、丸々とよく育った肉厚の玉ねぎが山のように廃棄されることになる。いずれも味には規格品との差がない。



写真1 倉庫内の鹿ヶ谷南瓜 筆者撮影

野菜には、大きさに関する規格だけではなく、形に関する規格がある。例えば、鹿ヶ谷南瓜はひょうたんのように中央部がくびれた形になっているのだが、中央のくびれができなかったものは鹿ヶ谷南瓜として販売できない。味には差がないうえに規格外で安く手に入るのも、元の形を利用しない料理には使いたいという料理人もいる⁽²⁷⁾。京都府綾部市の株式会社天野の倉庫には、くびれがない規格外の鹿ヶ谷南瓜が大量にあった（写真1）⁽²⁸⁾。

株式会社天野では同じく伝統野菜の万願寺唐辛子も生産している。出荷できる万願寺唐辛子の規格は緑色でまっすぐな形状のものであるが、出荷の最盛期を超えると曲がったものや赤く熟れたものが増えてくるため、廃棄量も増えてくる。

京都市にある農業生産法人こと京都株式会社は、九条ねぎの生産から出荷までを主な事業にしている。九条ねぎの生産者としてはとても規模が大きい、法人経営の生産者集団である。農場での生産から、白髪ねぎや刻みねぎの加工までを行っているのも、朝日新聞にも「6次産業」として紹介されたことがある。インターンシップの受け入れや助成金研究への参画など、積極的に新しいことに取り組んでいる法人である。

「6次産業化」は近年、農林水産省が推進している方針で、農山漁村に由来する様々な地域資源を活かしつつ、第1次産業、第2次産業および第3次産業を総合的かつ一体的に融合させた事業展開を図ることをその内容としている。元来、農山漁村に存在する農林水産物や自然環境、伝統文化などの豊富な資源を、第1次産業と第2次産業・第3次産業の価値連鎖を結合する仕組みを構築あるいは強化することによって、その潜在力を発揮させることを意図している。現行での6次産業の市場規模は約1兆円と推計されているが、農林水産省の方針ではこの市場規模を5年後に3兆円、10年後に10兆円に拡大させるという目標が立てられている⁽²⁹⁾。

九条ねぎは根もとの白いねぎ部分の上に、たいてい5枚の緑色の葉がついている。そのうち外側の2枚、あるいは3枚の葉を、こと京都では「外葉（そば）」と呼び、加工場で外葉をはずしてから出荷する（写真2）。気温が低い季節はねぎの状態が比較的良好、通常は外葉を2枚程度外して出荷する。夏場はねぎの状態が悪い季節で、外葉は3枚まで外すこともある。季節や気象条件によってねぎの状態が変化し、その結果廃棄される量に増減が見られる⁽³⁰⁾。

ねぎの外側の葉を外す出荷形態は、他の品種あるいは他の地域にも一般的に見られる方法である⁽³¹⁾。

こと京都では、この外葉の大部分を堆肥に混ぜて処理している。外部処理をしないため、特に廃棄量の把握も正確にはなされていない。



写真2 こと京都株式会社加工場 外葉を外す工程 筆者撮影

5.2 圃場で廃棄される野菜（2） — 相場の問題

九条ねぎの最盛期、市場には一斉に九条ねぎがあふれる。そもそも最盛期は九条ねぎに最も適した気象条件なので、品質は最も良いのだが、大量に生産されるために値が崩れ、出荷するための梱包代とコストが見合わないということになる。

このように相場があわず出荷できない状況は、各生産地のどのような野菜でも最盛期にしばしば見られる。栄養的にも外見的にも最も優れた旬の野菜が、出荷できずに産地で朽ちていくというニュースが、マスメディアでも折に触れて取り上げられている。

大量にできた野菜を産地で保存するための古来の技術として、例えば、発酵させる、干す、漬けるなどがよく知られている。しかし、豊作の年を想定しての大規模な設備投資は簡単には進められない。また、生産量を左右するのは多くが自然条件であり、事前に予測して対応策を用意しておくことも難しい。

5.3 圃場で廃棄される野菜（3） — 生産地保護の問題

万願寺唐辛子は京都の伝統野菜である。6月下旬頃から一般的に出荷が始まるが、出荷の規格は緑のまっすぐな形状の実のみである。

緑の実の木で熟すと赤くなり、甘みも風味も増して味は良い。ところが赤い万願寺唐辛子はよく知った料理人にごく少量出荷されるのみである。なぜならば、万願寺唐辛子は京都府指定の保護産品であり、種子と生産地を保護しなければならないからである。緑の万願寺唐辛子から採種はできないが、赤い万願寺唐辛子からは採種が可能である。別の産地で栽培されないた

めに、赤い万願寺唐辛子は出荷品とは別のプラスチックコンテナに入れられ、そのほとんどが廃棄される(写真3)。特に出荷時期も終盤になると、赤い万願寺唐辛子が大量に発生し、廃棄も大量になる。

5.4 圃場で廃棄される野菜(4) — 品質の問題

株式会社天野では、賀茂茄子は5月頃から収穫をはじめ、6月頃が盛りである。盛りの頃ならば「はね品」⁽³²⁾は1割程度であるが、シーズン終盤には、はね品が増加する。

8月末になると、木に残っている賀茂茄子の色も黄色っぽく、実も堅いものが多くなる。はね品の賀茂茄子(写真4)を割ってみると、皮も実もかたく、水分が少なく、実が小さく、商品としては価値がない。出荷の終盤には、はね品が過半になる。はね品は倉庫でプラスチックコンテナに入れられ、その後、圃場の外の空き地に積み置かれ、時間が経つにつれ徐々に土に戻っていく(写真5)。

「畑に返してしまうと、その分が余分な肥料になってしまうため、肥料のコントロールが難しくなる。作物に対してきちんと肥料をコントロールしておかなければならないので、わざわざ畑ではない場所に廃棄して、土に戻るのを待つんです」⁽³³⁾という生産者の話から、はね品の賀茂茄子は畑の肥料にすら利用不可能で、扱いに困る廃棄物となっている状況が明らかである。

株式会社天野では一時期、京都市内のある漬物屋に相談して、はね品の茄子を辛子漬けにする試みもあった。しかし、手間にコストが見合わず、実現しなかった。



写真3 倉庫内の万願寺唐辛子(赤)ほとんどが出荷されずに廃棄される株式会社天野倉庫にて 筆者撮影



写真4 はね品の賀茂茄子(倉庫内) 筆者撮影



写真5 しばらく置いて土に戻る 筆者撮影

5.5 圃場で廃棄される野菜（5） — 食文化変化の問題

万願寺唐辛子は6月の終わり頃から出荷が始まって、10月まで収穫する。その後は、木を根こそぎ抜く。万願寺唐辛子の葉には栄養分が豊富に含まれており、以前はじゃこなどと炊き合わせたりしたのだが、そのような炊き合わせ料理の文化が失われつつある現在、収穫に手間がかかるうえに需要がなく、最近では利用されずに捨てられている。

6. 廃棄野菜の有効利用に向けた基礎的研究

産地で廃棄されている大量の野菜を食材として有効利用するためには、加工が必要である。そのままでは流通に乗せられず、かつ地元での利用も不可能であるがゆえに、廃棄されているからである。

従ってこの場合、加工する目的は主として3つ考えられる。(1) 日持ちをよくすること、(2) 輸送効率を上げること、(3) 付加価値をつけることである。

日持ちと輸送効率、その両方に大きく影響を与えているのが、水分量である。野菜には多くの水分が含まれている。例えば、前章で取り上げた玉ねぎであれば89.7%、葉ねぎは90.6%、茄子は93.2%、かぼちゃは86.7%、とうがらしは86.7%と、いずれもほぼ9割近くが水分である⁽³⁴⁾。その水分を可能な限り少なくし、かつ形を平板にすれば、日持ちがよく輸送効率が高い野菜加工品となる。

このような目的にかなうような加工システムが確立すれば、それは産地のみならず、野菜の加工場から排出されるカット野菜のくずや、流通途中で卸売市場などから発生する野菜くずなどにも応用可能であろう。

この章では、紙漉技術を応用した野菜シートの持つ可能性について検証した結果を述べる。

もう一つの加工の目的である付加価値については、野菜シートの利用が確立すれば、用途あるいは調理方法のようなところで追求可能と考える。

6.1 野菜シートの作成方法

植物や野菜には植物繊維であるセルロースが豊富に含まれている。セルロースは親水性の高分子であり、水分を加えるとセルロース分子が水素結合⁽³⁵⁾する。この植物本来の特性を活用し、薄く紙状に成形すると野菜シートができる。水素結合によるシート加工という意味では、古来の紙漉の技術の応用である。

今回の野菜シートは、ほとんどが京都工芸繊維大学の木村照夫教授のもとで作成されたものである。JIS規格に応じた紙が漉ける抄紙マシンで成形するのだが、原理は極めて単純である。まずは野菜に水を加えて家庭用のミキサーで粉碎する。その後、抄紙マシンの原料タンクの中に、粉碎された野菜の水溶液を流し込む。それを四角い目の細かい網で受け、下から水を

切る。網にはシート状に加工された原料が残る。それを 110℃ 程度のホットプレス機で 10 分間程度圧着させれば、野菜シートの完成である。

野菜シートの技術自体は、古来の紙漉と同じであるため、低コストでどこにでも導入可能である。この点は、例えばフリーズドライなどの高度な技術と大きく違うところである。大きなプラントを必要とするフリーズドライは、初期投資やランニングコストを考えると、産地への導入がかなり困難である。それに比較して、いわゆるローテクで製品化できる野菜シートは、多くの産地での応用可能性があると考えられる。

野菜シートに関してはまだ基礎的研究の結果が出そろっていないのが現状ではあるが、京都工芸繊維大学における実験結果から、ほぼ全ての野菜でシート加工ができることが明らかになっている⁽³⁶⁾。そのため、野菜のように産地が分散しているものにもこの技術は比較的应用が容易であり、今後も研究していく価値が十分にあるものだと考えられる。

6.2 野菜シートの現状と課題

野菜シートについて先行研究を調べると、野菜 100% の紙がすでに世の中にあることがわかってきた。例えば、特許としては「野菜シートおよびその製造方法 特開 2002-45143」⁽³⁷⁾のようなものがある。また、小学生が野菜から紙を作るという地域イベントなども行われている⁽³⁸⁾。ただし、これまでに事業化され、大量に生産されている例はない。

何が事業化を阻んでいるのか。それは大きく、4つの理由によると筆者は考える。まず1つは「産地での生産が必須であること（野菜なので日持ちがしないし輸送にコストがかけられない）」、2つめに「大量に利用できる用途がないこと」、3つめに「コストでは普通紙に到底対抗できないこと」、4つめに「シート状に加工する必然性、あるいは積極的な理由がないこと」である。

野菜シートの利用用途としては、まず食用とすることを考えたい。食べられるものを大量に廃棄するのはもったいないので食用にすべきであるというもっともな理由もあるが、食用シートは上記の事業化を阻む要因を解消する可能性も併せ持つからである。

規格や相場の問題で出荷できないものについてはそもそも、食用としての品質に何ら問題がない。長距離の流通にのせることがかなわない品質のものも、産地では十分食べられるので、産地に近い場所で加工できれば品質的にも食用として問題はない。また、野菜シート加工自体はそれほど大規模な設備を必要としないため、全国各地の産地に導入可能である。これによって、1つめの要因がクリアされる。

消費量については、開発用途次第であるため見通しは不明だが、デザインや機能などで付加価値をつけるなど市場のニーズを先取りすれば、ある程度の消費は見込める可能性がある。それでももちろん、他の用途の普通紙と価格的に対抗する必要もない。また、その用途が野菜シートの特性を活かしたものであれば、シート状加工は必然的なものとなる。つまり、事業化を阻

む残り 3 つの要因についても、クリアされる可能性がここに示されている。

このように、野菜シートを食用とする可能性を検討することは、合理的であると考えられる。以下に、今回実際に作成した野菜シートの有効利用に関する取り組みと考察を紹介したい。

6.3 野菜シートを食用とする可能性の検討

野菜シートがどのような料理に使えるのかを検証するため、2011 年 5 月 18 日、ねぎと万願寺唐辛子のシートを用いた和食料理の試食会を行った⁽³⁹⁾。野菜シートは、海苔や湯葉のように繊細な食感も食味も持っていない。また、シート加工した野菜より生の野菜の方が味も良く、加工もしやすい。いくら社会的な意義があろうと、コンセプトが斬新であろうと、見た目や食感、食味の細部にまでこだわった和食の高級料理には野菜シートの用途は見いだせない、ということが、試食後の意見交換で明らかになった。

2012 年、読売テレビから京都工芸繊維大学の木村研究室に野菜シートの特集番組の話があった。ディレクターは、大阪の調理師学校へ依頼し、これまでに作成した様々な野菜のシートを用いて、和食、洋食、中華のバラエティに富んだ料理にチャレンジした。その結果は 2012 年 7 月 24 日（火）17:00~18:00 読売テレビ、ニュース Ten の一部で放映されている。

その後、料理研究家と読売テレビディレクターと京都工芸繊維大学の木村教授と筆者とで会談する機会があった⁽⁴⁰⁾。

まず、調理師学校で様々な調理方法を試みた結果として、やはり和食には向かないし、洋食にも使いにくかった、という意見があげられた。ただ、中華料理には包んで蒸す、包んで揚げる、という料理が多く、それには非常にうまく利用できたし、味も抜群だったということだ。特に玉ねぎのシートを春巻きの皮のように使って揚げた中華春巻きは絶品だったそうだ。玉ねぎであれば 1 年間通じて供給できるので、総合的に判断して現段階で最も商品化の可能性のあるのは玉ねぎのシートであると結論づけてよいだろう。

春巻きの皮を日本で作っている会社は、大手で数社あるだけでとても少ない。その理由は単価が安いからである。春巻きの皮の代用として使うことを考えた場合、想定される売価としては春巻きの皮の価格が目安となろうが、玉ねぎシートを作成するコストを最大限まで安く見積もるとしても、そのような売価ではコストが見合わない。春巻きの皮として利用が可能なら当然餃子の皮としても利用可能だが、餃子の皮となると春巻きよりさらに単価が下がるため、最初から考慮に値しない。

しかしながら、廃棄玉ねぎの処分については、どの自治体も頭を悩ませている事実がある⁽⁴¹⁾。産地や廃棄物を対象とした助成金などをうまく利用できれば、商品化の可能性も否定できない。

また、野菜シートの形状として厚みが出れば、焼く、蒸す、煮るなど様々な調理方法に対応できるだろう、という料理研究家からの意見も出た。実際、厚みを出す加工は可能であるし、

さらには様々な素材のシートを層状に積み重ねた、複合素材の厚い形状のものも理論上は作成可能である。見た目にもおもしろいし、味の組み合わせとしてもおもしろいシートは、今後もさまざまな開発可能であろう。

シート状食品として高級料理店では使えないことが明らかになったわけだが、その保存性や輸送性のことを考えると、「保存食」「宇宙食」「非常食」などの用途としてならば充分可能性があるのではないかと。また、シート状に加工しているので紙のように型を抜くようなこともでき、「見た目がおしゃれで保存もきく汁物の具」など、遊び心にあふれた食品を考案することも可能であろう。そのような観点から、2013年度からの新たな試みとして、デザイナーを研究グループに加え、新たな用途開発を進めている。

6.4 野菜シートを食用以外で利用する可能性の検討

野菜シートについて、ここまでは食用としての用途に特化して有効利用の方法を模索してきた。しかし、中華料理のかなり安価な素材の代替としての用途しか見いだせないならば、食べることにこだわるべきではない。

また、野菜から作成したシートは見た目がとても新しく、これまでに見たこともない野菜ならではの風合いがある。当然ながら、野菜の種類によって全く仕上がりが異なるし、数種類配合させたり、砕き方を変えたりすると、全て違った仕上がりになる。

このような見た目の機能を活かすのであれば、観賞用や機能紙としての可能性も、是非積極的に考えるべきであろう。

観賞用にするのであれば、耐久性と保存性が問題である。柿渋を塗ってから漆で固めるなどの加工が別途必要となるであろう。12 節季ごとにあんどんのランプシェードを変える、その季節感を野菜で表現する、などは興味深い提案になるのではないかと。デザインやアートへ展開し、平面あるいは立体の造形に使えないか、ということについては、今後さらに本格的に取り組んでいく必要がある。

食べるという用途にこだわらないのであれば、食品ではない他の素材を混ぜることによって、強度などの物性を上げて用途を拡大する可能性も考えることができる。

例えば、玉ねぎを家庭用ミキサーで粉碎する際に竹繊維と混合させ、その後シート加工すると、玉ねぎだけのシートよりも引張強度、弾性率が大きく向上する。これは赤唐辛子のシートについても同様であり、引張強度、弾性率の最大値は、竹繊維含率が 20～30% の場合に得られることがわかっている⁽⁴²⁾。

竹は再生可能で安価な資源であり、非常に成長が早く、耐久性にも優れている。様々な野菜シートを竹繊維を用いて強化することで機能性を高め、応用範囲を広げていくことも、今後の研究課題となり得る。

7. まとめおよび今後の展望

食品系廃棄物減量に向けては、食品リサイクル法が成立するなど制度は整いつつある。リサイクルの実例としては肥料化、飼料化、燃料化などがあるが、地方自治体が行う廃棄物処理がリサイクルに比して低価格で行われているなどの事情から、食品リサイクルは容易に進まないのが現状であり、新たな廃棄物減量の枠組みが必要とされている。

本論文では、圃場で出荷できず、統計にも数値として表れない廃棄野菜に着目した。野菜は生産量の約6割程度しか出荷されず、あとは圃場で廃棄される。廃棄の理由としては、(1) 流通規格の問題、(2) 相場の問題、(3) 生産地保護の問題、(4) 品質の問題、(5) 食文化変化の問題、などがあることが明らかになった。

このような廃棄野菜の現状を把握した上で、本論文では、シート加工を主に、有効利用の方法について検討した。

産地で廃棄されている大量の野菜を食材として有効利用するためには、(1) 日持ちをよくする、(2) 輸送効率を上げる、(3) 付加価値をつける、という加工が必要である。紙漉き技術を応用した野菜シートは、これらの条件を満たす加工方法の1つであると位置づけることができる。

野菜シートを実際に作成した実証実験では、高級日本料理には使いにくいですが、巻いて揚げる、蒸すなどの料理がある中華料理の素材としては利用の可能性が高いことがわかった。課題としてはコストが挙げられるが、産地や廃棄物につく助成金のようなものを利用しながら、商品化の可能性を今後も探っていくべきである。

ただし、コスト的に安い中華料理の素材と対抗できるような加工を考えるだけでは用途として不十分であるため、食品としての利用以外についても、付加的に検討した。さらには、食べるという用途にこだわらないのであれば、複合素材としての用途も今後の検討に値する。

ある程度の売価を確保するためには、付加価値を上げるしかない。今後は食品としても洗練されたデザインを導入したり、栄養素などの機能性を高めたりすることで付加価値を高め、新たな需要を掘り起こすなどのさらなる取り組みが必要である。

8. おわりに

今回言及した圃場はもちろん、食品加工場や卸売市場などでも、連日大量の廃棄野菜が発生している。現場では問題だと捉えられながらも、根本的な対策が取られにくい状態にある。気象条件や作物の状態、小売店との関係等によって、性状や発生量、品質、種類などが一定にならないことを考慮すると、野菜の種類や状態に左右されずに加工できるシート状加工の応用可

能性は大きいと考えられる。

食品廃棄物の大量発生は、国際的にも非難的となり得る重大な問題であり、根本的な対策が望まれる。食品リサイクル法などの大きな枠組みの取り組みは存在するが、その進捗は芳しくない。産地や生産者のレベルに導入できる、設備投資やランニングコストを抑えて応用範囲の広い廃棄野菜利用の仕組みには、大きな可能性を見いだすことができる。

今後とも産地や流通の状況を丁寧に把握し、実証を繰り返しながら、廃棄野菜の有効利用の方法について探っていきたい。

9. 謝 辞

この論文を書くにあたって、多くの方々のご協力をいただいた。

まずは廃棄玉ねぎを有効に利用したいという気持ちを強く抱かせてくださった岸和田市阿間河滝町の玉ねぎ生産者泉州グループとリーダーだった奥周造さん。以前ご縁をいただいてから十年以上経過しているにも関わらず、いきなり連絡した筆者の「玉ねぎから紙を作りたい」という話に興味津々で、丸々と大きく育ちすぎて規格をオーバーしてしまった玉ねぎをたくさん無償で提供してくださった。奥周造さんは残念ながら2011年の冬に他界された。ご冥福をお祈りしたい。

京都工芸繊維大学の木村照夫教授には、野菜シート作成と関連情報の収集において全面的にお世話になった。株式会社精善代表取締役の河野武平さんには、多くの野菜生産者をご紹介いただき、産地を案内していただいた。「京野菜の有効利用に関する研究会」のメンバーには、いつも新しい発見をいただいた。特にこと京都株式会社、株式会社天野には、廃棄部分の野菜をたびたび提供していただき、そのたびに多大なお手数をおかけした。研究会の活動に関しては、2010年度文理融合・文系産学連携促進事業（京都市商工会議所）の研究助成を受けた。

佛教大学の林隆紀先生には、前向きで明るいご指導でいつも救っていただいた。

ここには書ききれなかった方々も含め、お世話になった全ての方々に、感謝の意を表したい。

〔注〕

- (1) 株式会社精善代表取締役
- (2) 京都市（2011）、『平成23年度環境政策局事業概要』、http://www.city.kyoto.lg.jp/kankyo/cmsfiles/contents/0000112/112708/06_GomiShori.pdf 2013. 1. 5 最終アクセス、
京都市（2002）、『京の始末を考える』、平成14年度第28回審議会資料、http://www.city.kyoto.lg.jp/kankyo/cmsfiles/contents/0000044/44444/kyo_no_shimatsu.pdf 2013. 1. 5 最終アクセス
- (3) 環境省（2012）、『平成24年度版環境統計集』
- (4) 藤島廣二ほか（2012）、『新版 食料・農産物流通論』、筑波書房
- (5) 環境省（2012）、『平成24年度版環境統計集』

- (6) 植田和弘ほか（2012）,『有機物循環論』, 昭和堂, P 154
- (7) 農林水産省（2012）,『平成 24 年版食料・農業・農村白書』, 佐伯印刷
- (8) 農林水産省（2012）,『平成 24 年版食料・農業・農村白書』, 佐伯印刷
- (9) 末松広行（2007）,「『バイオマス・ニッポン総合戦略』とバイオマス利活用の推進」, 廃棄物学会誌, Vol.18, No.3, pp.138-147
- (10) 大島一二（2003）,「中国産農産物の安全問題と対策」, http://www.maff.go.jp/j/kokusai/kokusei/kaigai_nogyo/k_syokuryo/h15/pdf/h15_asia_03.pdf 2013. 11. 20 最終アクセス
- (11) 農林中金総合研究所（2007）,「野菜輸入の動向と課題」, 農林金融 2007・3, 4-122 <http://www.nochuri.co.jp/report/pdf/n0703re1.pdf> 2012. 11. 20 最終アクセス
- (12) 農林水産省, 食糧需給表より計算 <http://www.maff.go.jp/j/zyukyu/fbs/index.html> 2012. 11. 20 最終アクセス
- (13) 国際連合食糧農業機関（FAO）, <http://www.fao.or.jp/detail/article/944.html> 2013. 1. 25 最終アクセス
- (14) 環境省（2012）,『平成 24 年版環境・循環型社会・生物多様性白書』, http://www.env.go.jp/policy/hakusyo/h24/html/hj12020301.html#n_2_3_1 2012. 11. 20 最終アクセス
- (15) もったいないを伝えるごみ図鑑編集委員会（2008）,『ごみ図鑑』
- (16) 植田和弘ほか（2012）,『有機物循環論』, 昭和堂, P 82
- (17) 植田和弘ほか（2012）,『有機物循環論』, 昭和堂, P 82
- (18) 植田和弘ほか（2012）,『有機物循環論』, 昭和堂, P 86
- (19) 植田和弘ほか（2012）,『有機物循環論』, 昭和堂, P 86
- (20) 植田和弘ほか（2012）,『有機物循環論』, 昭和堂, P 89
- (21) 植田和弘ほか（2012）,『有機物循環論』, 昭和堂, P 108-110
- (22) 京都市情報館 <http://www.city.kyoto.lg.jp/kankyo/page/0000000033.html> 2012. 11. 22 最終アクセス
- (23) 浅野信好（2008）,「食品廃棄物のメタン発酵によるバイオガス発電事例」, 廃棄物学会誌, Vol.19 No.4 pp.177-181
- (24) 植田和弘ほか（2012）,『有機物循環論』, 昭和堂, P 125-126
- (25) 例えば, 玉ねぎと温州みかん生産者の泉州グループ（岸和田市阿間河滝町）, りんごと巨峰生産者のハケタ会（長野県上田市）, 近郊野菜生産者の I 氏（大阪府堺市）, 九条ねぎ生産者のこと京都株式会社（京都市）, 京野菜生産者の株式会社天野（京都府綾部市）など。
- (26) 極端に小さい小玉, 500 g を超える大玉, 腐り, 痛み等が規格外であった。
- (27) 2010 年 8 月 31 日株式会社天野訪問時。岡阪氏の話。
- (28) 2010 年 8 月 31 日株式会社天野訪問時。
- (29) 農林水産省（2012）,『平成 24 年版食料・農業・農村白書』, 佐伯印刷
- (30) 2011 年 3 月 25 日, 岩尾清美工場長へのヒアリングより。
- (31) 大木明佳（2005）,「経済競争に苦悩する日本の農業～ネギの生産・流通・消費の現場から考える」, 京都精華大学人文学部卒業論文
- (32) 株式会社天野の岡阪氏の表現による, 商品化されないレベルの作物のこと。
- (33) 株式会社天野の岡阪氏へのヒアリングによる。
- (34) 五訂日本食品標準成分表, http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu3/toushin/05031802/002/006.pdf 2012. 12. 15 最終アクセス
- (35) セルロースと水の OH 基と O 基の間に発生する電気的な結合のこと。
- (36) 木村照夫教授による。
- (37) FA 装置ナビ <http://www.fa-navi.jp/patent/details/000792664.html> 2012. 11. 22 最終アクセス

ス

- (38) 例えば, ふじのくにゆうゆう net <http://www.fujiyuyu.net/CourseInfo/registdetail.asp?seg=2&bid=21&id=3440&ui=> 2012. 11. 22 最終アクセス
- (39) 神泉苑平八にて。総料理長, 祇園平八社長, 会長, こと京都株式会社, 株式会社天野, 京都工芸繊維大学木村教授と学生, 河野氏, 筆者が参加。
- (40) 2012年7月24日。
- (41) 例えば, 南あわじ市 (<http://web.pref.hyogo.lg.jp/press/documents/000000609.doc>, 2013年9月26日最終アクセス), 空知・上川 (<http://www.hkd.meti.go.jp/hokni/guide/08/rikatsuyou.pdf>, 2013年9月26日最終アクセス) など
- (42) 琴雅葵, 木村照夫 (2012), 「廃棄野菜を用いたグリーンコンポジットの圧縮成形」, プラスチック成形加工学会年次大会前刷集, P 163-164

〔文献〕

- 浅野信好 (2008), 「食品廃棄物のメタン発酵によるバイオガス発電事例」, 廃棄物学会誌, Vol.19 No.4
- 植田和弘ほか (2012), 『有機物循環論』, 昭和堂
- 大木明佳 (2005), 「経済競争に苦悩する日本の農業～ネギの生産・流通・消費の現場から考える」, 京都精華大学人文学部卒業論文
- 大阪東部生協 (1996), 『産直の足跡』
- 環境省 (2012), 『平成24年度版環境統計集』
- 環境省 (2012), 『平成24年版環境・循環型社会・生物多様性白書』
- 琴雅葵, 木村照夫 (2012), 「廃棄野菜を用いたグリーンコンポジットの圧縮成形」, プラスチック成形加工学会年次大会前刷集, P 163-164
- 末松広行 (2007), 「『バイオマス・ニッポン総合戦略』とバイオマス利活用の推進」, 廃棄物学会誌, Vol.18, No.3
- 農林中金総合研究所 (2007), 「野菜輸入の動向と課題」, 農林金融 2007・3, 4-122
- 藤島廣二ほか (2012), 『新版 食料・農産物流通論』, 筑波書房
- もったいないを伝えるごみ図鑑編集委員会 (2008), 『ごみ図鑑』

〔ホームページ〕

- 大島一二 (2003), 「中国産農産物の安全問題と対策」,
http://www.maff.go.jp/j/kokusai/kokusei/kaigai_nogyo/k_syokuryo/h15/pdf/h15_asia_03.pdf
五訂日本食品標準成分表 (農林水産省),
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu3/toushin/05031802/002/006.pdf
京都市 (2011), 『平成23年度環境政策局事業概要』,
http://www.city.kyoto.lg.jp/kankyo/cmsfiles/contents/0000112/112708/06_GomiShori.pdf
京都市 (2002), 『京の始末を考える』, 平成14年度第28回審議会資料,
http://www.city.kyoto.lg.jp/kankyo/cmsfiles/contents/0000044/44444/kyo_no_shimatsu.pdf
国際連合食糧農業機関 (FAO), <http://www.fao.or.jp/detail/article/944.html>
農林水産省, 食糧需給表 <http://www.maff.go.jp/j/zyukyu/fbs/index.html>
FA 装置ナビ, <http://www.fa-navi.jp/patent/>
兵庫県, 南あわじ市記者発表, <http://web.pref.hyogo.lg.jp/press/documents/000000609.doc>
ふじのくにゆうゆう, <http://www.fujiyuyu.net/>
北海道経済産業局, 副産物廃棄物利活用, <http://www.hkd.meti.go.jp/hokni/guide08/rikatsuyou.pdf>

食品系廃棄物処理と減量に向けた取り組みの現状及び将来性についての研究（田村有香）

（たむら ゆか 社会学研究科社会学専攻 修士課程修了）

（指導教員：林 隆紀 准教授）

2013 年 9 月 30 日受理